

8

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-113357

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

G08B 27/00

G08B 17/00

G08B 19/00

G08B 25/00

G08B 31/00

(21)Application number : 10-279153

(71)Applicant : HITACHI SOFTWARE ENG CO
LTD

(22)Date of filing : 30.09.1998

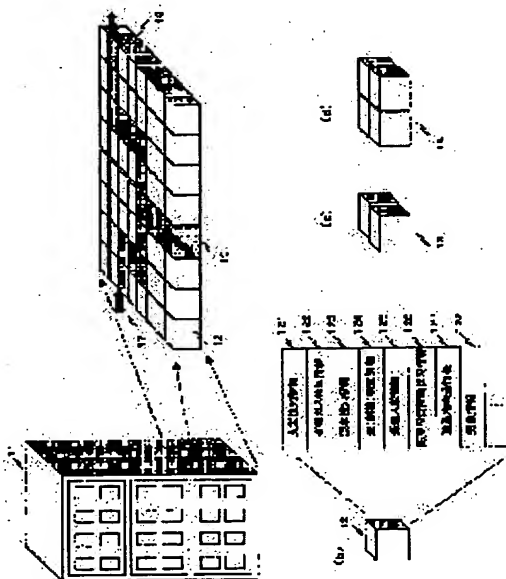
(72)Inventor : FUJITA ICHIRO
ENDO KIYOSHI
KATO REIKICHI
OZAWA MASASHI

(54) COMPREHENSIVE DISASTER PREVENTION AND BELIEF SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To instruct an optimal refuge route to refugees, and to provide optimal route information to a countermeasure special staff coming for fire fighting or relieving by retrieving the refuge route for refuging the refugees from a dangerous area to a safe area or the outside area of a building based on the predicted result of a disaster by means of a route retrieval algorithm.

SOLUTION: The presence or absence of the occurrence of a disaster is monitored by a disaster prevention detecting equipment set at a three-dimensional block 12 or each three-dimensional block group 13 and 14 constituted of plural three-dimensional blocks. Then, the situation of a disaster is judged based on the outputs of the disaster prevention detecting equipment in all the three-dimensional blocks 12 or in the three-dimensional blocks 13 and 14 according to the occurrence of a disaster in any three-dimensional block 12-14, and the expanded or reduced situation of the disaster is predicted. Then, the refuge route for refuging refugees from the danger area to entrance/exits 15-17 reaching to a safe area or the outside area of a building is retrieved by means of a prescribed algorithm based on the predicted result,



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3446996号
(P3446996)

(45) 発行日 平成15年9月16日 (2003.9.16)

(24) 登録日 平成15年7月4日 (2003.7.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
G 0 8 B 27/00		G 0 8 B 27/00	A
17/00		17/00	F
19/00		19/00	
25/00	5 1 0	25/00	5 1 0 C
31/00		31/00	B

請求項の数15(全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平10-279153
(22) 出願日 平成10年9月30日 (1998.9.30)
(65) 公開番号 特開2000-113357 (P2000-113357A)
(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000.4.21)
審査請求日 平成12年12月22日 (2000.12.22)

(73) 特許権者 000233055
日立ソフトウェアエンジニアリング株式
会社
神奈川県横浜市鶴見区末広町一丁目1番
43
(72) 発明者 藤田 一郎
神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地
日立ソフトウェアエンジニアリング株
式会社内
(72) 発明者 遠藤 潔
神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地
日立ソフトウェアエンジニアリング株
式会社内
(74) 代理人 100088720
弁理士 小川 眞一

審査官 宮崎 敏長

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 総合防災救難システム

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 建物等の建造物内に存在する人を危険区
域を回避して安全区域または建造物外部に避難させる総
合防災救難システムであって、

建造物内を所定サイズの3次元ブロックに分割し、各3
次元ブロックまたは複数の3次元ブロックからなる3次
元ブロックグループ毎に、当該3次元ブロックまたは3
次元ブロックグループ毎に設置した防災検知設備により
災害の発生の有無を監視する災害発生監視手段と、
いずれかの3次元ブロックまたは3次元ブロックグルー
プにおける災害の発生を契機に、全ての3次元ブロック
または3次元ブロックグループにおける防災用検知設備
の出力に基づき災害の現状を判定し、さらに災害の拡大
または縮小状況を予測する予測手段と、
予測結果に基づき、危険区域を回避して安全区域または

10

2

建造物外部に避難させる避難経路を所定の経路探索アル
ゴリズムに従って探索し、探索した経路に導く経路指示
を行う経路探索手段と、を備えることを特徴とする総合
防災救難システム。

【請求項2】 前記防災用検知設備は、火災検知機、有
毒ガス検知機、浸水検知機、歪検知機、温度検知機の少
なくとも1つを備えるものである請求項1記載の総合防
災救難システム。

【請求項3】 前記予測手段の予測結果に基づき防災設
備、空調設備、昇降設備を稼動または非稼動状態の安全
側に制御する付帯設備制御手段をさらに備えることを特
徴とする請求項1または2記載の総合防災救難システ
ム。

【請求項4】 前記予測手段は、3次元ブロックまたは
3次元ブロックグループ毎の建造物構造、空調設備の稼

動状況、防災設備の稼働状況を加味して災害の拡大または縮小状況を予測することを特徴とする請求項2または3記載の総合防災救難システム。

【請求項5】 前記経路探索手段は、安全区域または建造物外部に避難するのに必要な所要時間を加味して避難経路を探索することを特徴とする請求項1～4記載の総合防災救難システム。

【請求項6】 前記経路探索手段は、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループに存在する人数を加味して複数の避難経路を探索することを特徴とする請求項1～5記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項7】 前記経路探索手段は、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎の建造物構造、空調設備の稼働状況、防災設備の稼働状況を加味して避難経路を探索することを特徴とする請求項2～6記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項8】 前記経路探索手段は、災害発生区域に至る侵入経路を探索し、防災対策要員に通知することを特徴とする請求項1～7記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項9】 前記経路探索手段は、防災対策要員と避難者の進路が干渉しない経路を探索することを特徴とする請求項8記載の総合防災救難システム。

【請求項10】 前記経路探索手段は、避難経路として梯子車等による臨時避難口に至る経路を探索することを特徴とする請求項1～9記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項11】 避難者が携帯する通信端末からの個人情報を受信する送受信装置を備え、前記経路探索手段は避難者が携帯する通信端末からの個人情報により、その経路踏破能力に応じた個別の避難経路を探索し、通知することを特徴とする請求項1～10記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項12】 前記経路探索手段は、避難者が携帯する通信端末から受信した個人情報に基づき、自力による避難が困難な者に対する救助経路を探索し、防災対策要員に通知することを特徴とする請求項11記載の総合防災救難システム。

【請求項13】 消防機関等の公共防災システムとの情報送受信装置を備え、前記予測手段が予測した災害の拡大または縮小状況、誘導中の避難経路、防災対策要員の侵入経路の情報を前記公共防災システムに通知することを特徴とする請求項1～12記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項14】 侵入経路の情報の他に、防災用車両等の必要機材の配置を指示する情報を防災機関に送信することを特徴とする請求項1～13記載のいずれかの総合防災救難システム。

【請求項15】 前記経路探索手段は、所定の経路探索アルゴリズムとしてLeeのアルゴリズムを用いること

を特徴とする請求項1～14記載のいずれかの総合防災救難システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、建物等の建造物内に存在する人を危険区域を回避して安全区域または建造物外部に避難させる総合防災救難システムに関し、都市部等の地域防災システムと連動して運用して好適な総合防災救難システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 災害時の避難誘導に関する従来技術として、各種の検知機により災害の発生箇所を特定し、そこから遠ざかる方向の避難経路を自動作成し表示する特開平1-297083号に記載された技術がある。

【0003】 また、避難経路の決定に際し、避難経路の距離と容量に誘導係員の得た人員配置情報を加味した特開平5-269216号と、この人員配置情報をセンサ等で把握する特開平6-4786号がある。さらに、時々刻々変わる人員配置情報や火災状況をもとに所定時間経過毎に避難経路を更新する特開平8-297794号がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述した従来技術は、下記のような問題点を有している。

【0005】 (1) 消火や救助に駆けつけた対策専門要員に最適な経路情報を提供しない。

【0006】 (2) 避難情報をもとに対策専門要員が逆の経路を辿って侵入すると、避難者と衝突を起こすことがあり、それぞれが互いの進路を妨害をする結果になる場合がある。

【0007】 (3) 時々刻々変わる現在の最新の災害情報をもとに避難経路を決定しても、避難時の災害の広がりを予測しないと、避難の途中でその経路が危険になる場合がある。

【0008】 (4) 風向きや風速や気温等の気象条件を加味して災害の広がりを予測して、避難経路を決定しないと危険な経路を指示することがある。

【0009】 (5) 災害の拡大防止のための防火シャッターや防水扉等の作動情報を加味しないと、指示した避難経路が使えなくなることがある。また、避難を優先させると災害の拡大を防止できない場合がある。

【0010】 (6) 避難経路を示すだけでは、自力で動けない負傷者等を救助することができない。

【0011】 (7) 避難経路の探索に対し、建物や通路の形状が複雑だったり規模が大きいと、全ての避難可能経路を探索できない、または、探索できても時間がかかりすぎる。また、建物毎に経路探索アルゴリズムを変えると汎用性に欠け、複数のシステム間で情報の共有と連動ができない。

【0012】 (8) 避難先の選択が、予め設定した候補

10

20

30

40

50

の中からしか選べず、消防隊の梯子車が梯子を延ばした先等のその場その場で変わりうる臨時の避難先に避難者を誘導することができない。

【0013】(9) 予め通路に設置した指示装置による避難者の誘導のみでは、各人ごとに異なった経路を指示することができないため、通路の容量オーバを防ぐために複数の等価な避難経路に避難者を分散させて誘導したり、また、車椅子を使用している人に避難可能な経路を示す等のきめ細かな誘導ができない。

【0014】(10) 地域防災を担当する消防機関、警察機関や地方自治体等の公共防災システムと連動しないため、ひとつの建物を超える広範囲にわたる災害の場合、効果的な地域防災ができない。

【0015】本発明は、上記のような問題点を解決することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、建造物内を所定サイズの3次元ブロックに分割し、各3次元ブロックまたは複数の3次元ブロックからなる3次元ブロックグループ毎に、当該3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎に設置した防災検知設備により災害の発生の有無を監視する災害発生監視手段と、いずれかの3次元ブロックまたは3次元ブロックグループにおける災害の発生を契機に、全ての3次元ブロックまたは3次元ブロックグループにおける防災用検知設備の出力に基づき災害の現状を判定し、さらに災害の拡大または縮小状況を予測する予測手段と、予測結果に基づき、危険区域を回避して安全区域または建造物外部に避難させる避難経路を所定の経路探索アルゴリズムに従って探索し、探索した経路に導く経路指示を行う経路探索手段とを備えることを特徴とする。

【0017】また、前記防災用検知設備は、火災検知機、有毒ガス検知機、浸水検知機、歪検知機、温度検知機の少なくとも1つを備えることを特徴とする。

【0018】また、前記予測手段の予測結果に基づき防災設備、空調設備、昇降設備を稼動または非稼動状態の安全側に制御する付帯設備制御手段をさらに備えることを特徴とする。

【0019】また、前記予測手段は、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎の建造物構造、空調設備の稼動状況、防災設備の稼動状況を加味して災害の拡大または縮小状況を予測することを特徴とする。

【0020】また、前記経路探索手段は、安全区域または建造物外部に避難するのに必要な所要時間を加味して避難経路を探索することを特徴とする。

【0021】また、前記経路探索手段は、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループに存在する人数を加味して複数の避難経路を探索することを特徴とする。

【0022】また、前記経路探索手段は、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎の建造物構造、空調

設備の稼動状況、防災設備の稼動状況を加味して避難経路を探索することを特徴とする。

【0023】前記経路探索手段は、災害発生区域に至る侵入経路を探索し、防災対策要員に通知することを特徴とする。

【0024】また、前記経路探索手段は、防災対策要員と避難者の進路が干渉しない経路を探索することを特徴とする。

【0025】また、前記経路探索手段は、避難経路として梯子車等による臨時避難口に至る経路を探索することを特徴とする。

【0026】また、避難者が携帯する通信端末からの個人情報を受信する送受信装置を備え、前記経路探索手段は避難者が携帯する通信端末からの個人情報により、その経路踏破能力に応じた個別の避難経路を探索し、通知することを特徴とする。

【0027】また、前記経路探索手段は、避難者が携帯する通信端末から受信した個人情報に基づき、自力による避難が困難な者に対する救助経路を探索し、防災対策要員に通知することを特徴とする。

【0028】また、消防機関等の公共防災システムとの情報送受信装置を備え、前記予測手段が予測した災害の拡大または縮小状況、誘導中の避難経路、防災対策要員の侵入経路の情報を前記公共防災システムに通知することを特徴とする。

【0029】また、前記経路探索手段は、所定の経路探索アルゴリズムとしてLeeのアルゴリズムを用いることを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明による防災救難システムの実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

【0031】図1は、本発明による防災救難システムの実施形態を示すシステム構成図であり、大別すると、建物内に設置された各種の防災用検知設備からの検知出力信号に基づき災害の発生の有無、拡大または縮小状況の予測、避難経路の探索等を行う防災救難コンピュータ10と、探索した避難経路を建物内に存在する人に通知する経路報知器群20、消防機関等の防災対策要員や建物内に存在する人と侵入経路や避難経路の情報等を送受する送受信機群30と、防災救難コンピュータ10と同等機能を有するバックアップシステム40とから構成されている。

【0032】この実施形態では、ビルなどの比較的大規模の建物を想定し、その建物内の各種設備を集中管理する建物内集中制御コンピュータ50と連動して、災害発生時の防災救援を支援する例を示している。

【0033】通常、大規模ビルの建物内集中制御コンピュータ50は、所定範囲毎に設置された火災検知機等のセンサ群60の出力信号を常時監視し、火災等の発生の有無を検出するように構成され、また、所定範囲毎に設

置されたスプリンクラ群701、防火シャッター群702、エレベータ／エスカレータ群703、空調機器群704を駆動制御部705～708を介して制御するように構成されている。

【0034】また、これらの各種の防災設備や付帯設備の稼動状態あるいは制御状態は外部記憶装置709に逐次更新されて記憶されるようになっている。さらに、停電時には無停電電源装置710から電源が供給されるようになっている。そして、操作盤711から管理者による制御指示が行われ、現在の制御状態等が表示されるようになっている。

【0035】本実施形態では、建物内集中制御コンピュータ50が使用するセンサ群60の出力信号をデータ入出力部80を介して防災救難コンピュータ10に取りこみ、火災等の災害の発生を検出すると共に、災害の発生時には、スプリンクラ群701や防火シャッター群702等の防災設備あるいはエレベータ／エスカレータ群703や空調機器群704等の付帯設備を建物内集中制御コンピュータ50を介して安全側に制御するように構成している。

【0036】この場合、建物内集中制御コンピュータ50を備えていない建物では、防災救難コンピュータ10が直接にスプリンクラ群701や防火シャッター群702等の防災設備あるいはエレベータ／エスカレータ群703や空調機器群704等の付帯設備を安全側に制御することは言うまでもない。

【0037】本実施形態の防災救難コンピュータ10およびバックアップシステム40は、無停電電源装置710によって停電時にも動作の電源が供給される。

【0038】図1に示す防災救難コンピュータ10は、災害、気象、人員等データ管理部101、災害の拡大／縮小予測部102、避難／侵入／救助経路探索部103、消防／救助隊等機材設置制御部104、交通規制／緊急車両経路指示部105、システム間連動制御部106を備えている。これらは、演算部112が実行可能なコンピュータプログラムによって構成されるものである。

【0039】また、各種の指示操作や現在状況等を表示する操作盤107、経路表示制御部108、送受信制御部109、システム間送受信部110、他のシステムや建物内の携帯情報端末からの受信データ、当該建物の構造データ等を記憶する外部記憶装置111、全体を制御する演算部112とを備えている。

【0040】センサ群60は、図2に示すように、煙感知機601、火災感知機602、ガス感知機603、赤外線感知機604、気象観測計605、出入り口通過センサ606、浸水検知機607、歪（倒壊）検知機608等から構成されている。ガス感知機603は、人間にとって有害なガスを感知するものであり、赤外線感知機604は人間が存在することを検知し、歪（倒壊）検知

機608は柱等の機械的歪の異常を検知して倒壊の危険性を予知するためのものである。

【0041】経路報知器群20は、従来から使用されている矢印付の避難案内板201や、天井に設置した投光機202から床面203に矢印などの避難方向を表示する機器で構成され、既存の放送設備と併用される。

【0042】送受信機群30は、建物内に存在する人が携帯している携帯電話機やPHS電話機等の携帯通信端末302との間で信号を送受信する携帯情報機器間送受信部301、消防隊員等が携帯する携帯通信端末あるいは消防車305に設置された無線端末との間で信号を送受する消防用携帯情報機器間送受信部303、建物内に居る人が携帯しているICカード307（あるいは同等機能の機器）から送信される個人情報を受信するICカード間受信部306等から構成されている。

【0043】この場合、ICカード307（あるいは同等機能の機器）は、それを携帯している人の固有情報、すなわち氏名、年齢、連絡先の情報の他に、災害時に自力避難が可能か否か、階段等の障害物に対する踏破能力などの情報が予め登録されており、その情報が無線信号によって常時発信されている。

【0044】各人がICカード307（あるいは同等機能の機器）や携帯電話機等の携帯通信端末302を持っている場合は、その発する電波を捉えて人員分布情報を得ることができる。そして、個人毎にコードを割り当てて管理できるので、誰がどこにいるかも識別可能であり、個人毎に例えば車椅子を使用している等の避難経路を決定する際に影響を与える特徴を考慮したきめ細かい避難経路の設定が可能になる。

【0045】ホテルや各企業のビルでは、全員に携帯通信機器を持たせることは、比較的容易であるが、不特定多数の人の出入りするデパートや駅では、必ずしも全員に携帯通信機器を持たせることができるとは限らない。その場合は、建物の各階の出入り口ならびに3次元ブロックまたは3次元グループ境界毎にゲートを設け、光線を遮った数でゲートを通過する人数をカウントする出入り口通過センサ606で人員分布情報を得る。この場合は、各人毎にきめ細かな避難経路の設定ができないのはもちろんであるが、さらに数えた人数に誤差が生じうるといった問題が生じる。この時は、人員分布情報を避難経路決定時の混雑度評価に使用するに止める。

【0046】こうして得られた火災等の情報や人員情報は、各種検知機の設置場所割り出しに使用する検知機毎に固有の識別番号と併せて、無線信号によって送受信制御部109に送られる。その受信情報は、時々刻々と防災救難コンピュータ10の演算部112に送られ、そこで避難経路や救助要員の侵入経路を算出するのに用いられる。電波の伝わりにくい場所では、検知機や携帯通信端末からの電波を一旦受けて中継する中継機が必要になる。設置された検知機からの情報が受信できない場合、

それが単なる故障によるものか、それとも火災等の影響によるものかは、周辺の検知機からの情報に基づいて判断される。

【0047】図3は、本発明における災害の発生の有無、拡大／縮小状況の予測、避難経路の探索を行う場合の処理単位を示す説明図であり、本発明では、建物11の1フロアを図3(a)に示すように、所定サイズの3次元ブロック12に分割し、図3(b)に示すように各3次元ブロック12または図3(c), (d)に示すように複数の3次元ブロックからなる3次元ブロックグループ13、14毎に、当該3次元ブロック12または3次元ブロックグループ13、14毎に設置した防災検知設備により災害の発生の有無を監視する。そして、いずれかの3次元ブロック12または3次元ブロックグループ13、14における災害の発生を契機に、全ての3次元ブロック12または3次元ブロックグループ13、14における防災用検知設備の出力に基づき災害の現状を判定し、さらに災害の拡大または縮小状況を予測し、その予測結果に基づき、危険区域を回避して安全区域または建造物外部に至る出入り口15、16、17に避難させる避難経路を所定の経路探索アルゴリズムに従って探索し、探索した経路に導く経路指示を行う。

【0048】なお、図3(a)の出入り口15、16、17に至る網掛け表示部分の3次元ブロックは、通常の通路を示すものである。1つの3次元ブロック12は、横幅が通常の通路幅と同等程度に設定される。なお、1つの3次元ブロック12は、その最小サイズが人間1人が通り抜け可能な大きさである。例えば、1つの3次元ブロック12を「1m×1m×1m」のサイズに設定した場合、100m四方のフロアでは、10000個の3次元ブロックに分割される。1ブロック当たりの処理時間が100μsであったとしても、1フロア分の処理時間は1秒であり、最近のパーソナルコンピュータの能力で充分に対応可能である。

【0049】1つの3次元ブロック12または3次元ブロックグループ13、14では、図3(b)に示すように、火災検知情報121、有毒ガス検知情報122、浸水検知情報123、歪（倒壊）検知情報124、通過人数情報125、防災設備稼働状況情報126、建造物構造情報127、気象情報128等によって災害の発生の有無、災害の波及拡大または縮小の状況が1つの3次元ブロック12単位または3次元ブロックグループ13、14単位で監視される。また、そこに存在する人の数等が管理される。

【0050】図4に、本システムの全体処理フローを示している。

【0051】通常時においても、図1の防災救難コンピュータ10は、送受信部制御部109を通して、検知機／携帯通信機器／制御端末等からの情報受信を行う（ステップ401）。火災情報以外にも、ステップ404に

示す人員分布情報、気象情報、温度や酸素／各種ガス濃度情報、ビル内各種設備の稼働状況情報、消防隊人員／機材情報、自システムへの人手による個別情報追加指示、他システム連動時の自システムへの動作制御指示、同種システムから受信した連動用情報等の各種情報を受信した場合は、災害、気象、人員等データ管理部101を通して、該当情報を外部記憶装置111に受信データとして格納する。

【0052】いずれかの3次元ブロックまたは3次元グループで火災を検知した場合（ステップ402）、防災救難コンピュータ10は、受信データを解析して、火元の特定を行う。また、災害や人員分布情報の把握もあわせて行う（ステップ403）。さらに、防災救難コンピュータ10は、建物内の各種設備の稼働状況を把握し（ステップ405）、建物内集中制御コンピュータ50を通じて、火災検知箇所のスプリンクラ群701を作動させて消火活動制御を始める。また同時に、通信回線または送受信制御部109を用いた無線信号あるいは有線専用回線信号により、所轄の消防署や警察等に火災発生の連絡と必要なデータの提供を行う。

【0053】次に、火災の拡がり予測を行う（ステップ406）。図5に、その詳細フローを示す。

【0054】ステップ501とステップ502で、火災隣接箇所それぞれについて、前回の測定情報の有無を判定する。最初は、測定情報がまだ得られていないので、この段階で最初に行う火災の拡がり予測は、ステップ504に示すように、予め建物の構造から予測した値を使って拡がりを計算する。予測値として、事前に床／壁／天井の材質や置いてあるものの材質や窓／扉の存在や開口部の広さや配管などを考慮して、無風状態で火災の拡がる速度の手がかりとなる値を設定しておく。この値は、建物のそれぞれの場所ごとに（3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎に）、温度の上昇率や、酸素濃度の減少率、一酸化炭素／二酸化炭素濃度の上昇率として記録しておく。これに、建物固有の事情で、その他の各種有害ガスの濃度の増加率を加えることもできる。これらの値に、スプリンクラ群701の作動状態や風向き、防火シャッター群702の作動状態を考慮して、補正を加える（ステップ508、ステップ509）。例えば、防火シャッターが作動中であれば、各種増加率を「0」に補正する。また、空調機器が動作していたり、窓が開いていて風速があれば、火災が風下方向に拡大する方向に値を補正する。

【0055】一定時間経過後には、また最新の火災状況が得られるので、前回との差分を計算し（ステップ503）、火災が拡がる（または縮小する）スピードを推測する手がかりとなる前記各種の値の増加率を求める（ステップ505、506、507）。その際に、風向きや風の強さ等の気象条件を記録しておいて、これが変化すれば、推測値に反映させる。また、火災時に多くみられ

るフラッシュオーバーと呼ばれる急激な火災の拡がり現象も、壁や天井の材質や、温度の時間経過のパターンを過去の実例と比較することで、ある程度予測できるので、推測値に反映させて経路探索メッシュテーブルへ格納する（ステップ510）。壁や天井の材質等の建物固有の属性データは、建物構造データの中に含ませて予め登録される。

【0056】火災の隣接箇所全てで、上記手順を繰り返す（ステップ511）。経路探索メッシュテーブルとは、3次元ブロックまたは3次元ブロックグループ毎の各種情報を記憶するテーブルのことであり、図12で後述する。

【0057】このような火災の拡がり予測と、人員の配置状態または分布状態、そして後述する計算方法により求めた避難経路の有無しを考慮して、図1の防火シャッター群702の中でどれを作動させるかを決定し、その決定した防火シャッターを建物内集中制御コンピュータ50を通じて作動させる。エスカレータは、避難時の人員集中による危険を回避するため、全面的にストップさせる。またエレベータは、途中の階が延焼危険区域に入るもの全てを、最寄りの階で停止させ、乗客を降ろしたあとは、扉を閉めてストップさせる。空調機器群704も、その配管が火災の拡がりを助長する危険性があるので、火災発生時の排煙設備を除いて、その動作をストップさせ、可能ならば吸排気口も塞ぐように制御する。

【0058】次に、避難／侵入経路を算出するための前処理として、図4のステップ407で、全対象者のグループ分けを行う。全対象者（避難者および救助要員）は、個人ごとに図6で示す個人情報格納マスタテーブル610に登録しておく。

【0059】この個人情報格納マスタテーブル610は、名前611、経路踏破能力クラステーブルアドレス612、所在地テーブルアドレス613、避難者グループテーブルアドレス614、同一避難者グループポイント615、携帯端末情報テーブルアドレス616から成り、携帯通信端末またはICカードによって把握し得た個人毎に、経路踏破能力のクラステーブルアドレス、所在地テーブルアドレス、避難者グループテーブルアドレス、同一避難者グループテーブルアドレス、携帯端末情報テーブルアドレスが登録される。

【0060】経路踏破能力クラステーブルアドレス612とは、携帯通信端末またはICカードによって把握し得た各人を、その経路踏破能力に応じて区分けた場合に、どのクラスに属するかを示すものである。経路踏破能力クラステーブル720は、図7に示すように、避難対象者を、一般健常人、老人及び幼児、車椅子使用者、目が不自由な人、その他と、5つの区分に分け、また、救助対象者として、怪我人と一般入院患者の2つの区分、消防隊員／救助隊員として、それぞれ一般装備と特殊装備の2つの区分、さらにその他として、各種隊員の

区分に分けて管理するためのものである。

【0061】この経路踏破能力クラステーブル720では、それぞれの区分ごとに、平坦地を歩く際の速度や、傾斜地、階段を昇り降りするときの補正比率、窓や壁の通過可能性や、温度や各種ガス（O₂、CO、CO₂、他のガス）に対する耐久力を設定している。経路探索時には、これらの能力を考慮して避難経路あるいは救助経路を探索するためである。図6の踏破能力クラステーブルアドレス612が「1」の人は、図7の項目「No. 1」のクラスに属することを意味する。

【0062】図6の個人情報格納マスタテーブル610には、このほかに、現在の所在地を示すための所在地テーブル（図8）へのアドレス613や、各人の所有する携帯通信端末の情報を得るための携帯端末情報テーブル（図9）へのアドレス616、避難者を踏破能力別にグループ分けした場合の避難者グループを管理する避難者グループテーブル（図10）へのアドレス614、同一避難者グループポイント615が格納される。

【0063】同一避難者グループポイントとは、同一の避難者グループの属する（すなわち、避難者グループテーブルアドレス614が同じ）人達をポイントのチェーンによってつなぎ、個人情報格納マスタテーブル610を避難者グループ単位に高速に参照するためのものである。

【0064】図8の所在地テーブル800では、建物管理テーブル（図11）のアドレス801、経路探索メッシュテーブル（図12）のアドレス802、避難者グループテーブル（図10）のアドレス803、避難者グループテーブル個数804、火災到達予想時刻805、誘導順序ポイント（昇順）806、誘導順序ポイント（降順）807、誘導対象識別フラグ808、所在情報更新状況（時刻）809が格納される。避難者グループテーブル個数804とは、同一の所在地に存在する避難者グループの個数のことである。

【0065】誘導順序ポイント（昇順）806とは、所在地単位に誘導順序を決める際に用いるもので、誘導順序の早い順を示し、誘導順序ポイント（降順）807とは同じく誘導順序の遅い順を示している。誘導対象識別フラグ808とは、その所在地に存在する人達が、避難者であるのか、消防隊員／救急隊員等の防災対策要員なのかを区別するために用いる。

【0066】図9の携帯端末情報テーブル900は、経路探索メッシュテーブル（図12）のアドレス901、建屋管理テーブル（図11）のアドレス902、通信用アドレス903、個人情報格納マスタテーブル（図6）のアドレス904、誘導情報更新状況（時刻）905の情報が格納され、各人の居場所を特定したり、各人の携帯通信端末に情報を通知（表示）するときに用いられる。

【0067】図10の避難者グループテーブル1000

は、個人情報マスタテーブル（図6）のアドレス1001、個人情報マスタテーブル個数1002、所在地テーブル（図8）のアドレス1003、同一所在地グループポインタ1004、経路管理テーブル（図13）のアドレス及び個数1005、誘導情報更新状況（時刻）1006の情報が格納される。

【0068】個人情報マスタテーブル個数1002とは、該当する避難者グループに属する人数を表わすものであり、個人情報を個人情報格納マスタテーブル610から参照するときは、個人情報格納マスタテーブルアドレス1001に示されたアドレスを使って最初の1人の個人情報を参照し、次にその個人情報に含まれる同一避難者グループポインタ615の示すアドレスを使って同一避難者グループに所属する次の1人の個人情報を参照し、また、その個人情報に含まれる次の避難者グループポインタ615の示すアドレスを使って次の1人の個人情報を参照するということを該当する避難者グループに属する人数（すなわち、個人情報マスタテーブル個数1002）分繰り返すためのものである。

【0069】図11の建屋管理テーブル1100は、建屋と経路探索メッシュテーブル1200の関係を示すものであり、非常口テーブル（図14）のアドレス1101、非常口テーブル個数1102、経路探索メッシュテーブル（図12）建屋原点アドレス1103、管轄システム識別子1104の情報が格納される。

【0070】非常口テーブル個数1102とは、非常口毎に設けたテーブルの個数のことである。経路探索メッシュテーブル（図12）建屋原点アドレス1103とは、該当する建屋の原点が経路探索メッシュテーブル（図12）上で、どの位置に当たるかをX、Y、Zの3次元座標で表わしたものである。管轄システム識別子1104とは、その建屋を管轄する防災救難コンピュータを区別するための識別子であり、通常は“1”（自システムを表わす）となっている。複数の同種のシステムを連動させるときに用いる。

【0071】前述のように、1フロアは、縦／横／高さを表すX／Y／Zの3方向に、3次元ブロックと呼ばれる単位で区切られる。各3次元ブロックの高さ方向は建物の各階で区切り、縦横の方向は通路の壁や部屋の仕切り等の通路の大きさを基準に、表現し易い大きさに区切られる。この3次元ブロックを管理するテーブルが図12の経路探索メッシュテーブル1200であり、経路探索のもととなるテーブルである。このメッシュテーブル1200の各メッシュの1つ1つに、火災の拡がり予測で使った温度や各種ガスの濃度やその増加／減少率の情報を格納する。

【0072】図12では、Z階目のX、Y位置座標の格納内容を代表して示している。なお、1つのメッシュと1つの3次元ブロックとは同じことを意味している。

【0073】経路の探索には、迷路法と呼ばれる自動配

線技術に使用されているアルゴリズムを用いるが、その探索に使用する経路探索状況／探索来歴／災害状況／通行状態／通過可否／許容人数／通過人数等の情報や、風向／風速の値、各種検知機／据え付け型経路表示機／ビル内の各種設備の設置状態等の情報も、このメッシュテーブル1200に格納される。図17に、それらに格納する値の意味の補足内容を示している。

【0074】図12の経路探索メッシュテーブル1200を使用して算出した避難／侵入経路を格納しておくのが、図13の経路管理テーブル1300である。この経路管理テーブル1300には、進路の方向を示すXY方向1301、Y（またはX）座標1302、X（またはY）始点1303、X（またはY）終点1304、Z方向1305、同一避難者グループポインタ1306の情報が格納される。

【0075】また、図14（a）に示す非常口テーブル1400は、経路探索メッシュテーブル1200と各建屋の非常口との関連を格納しておくものであり、経路探索メッシュテーブルアドレス1401、同一建屋ポインタ1402、利用者制限避難者クラス登録テーブル1403の情報が格納される。非常口の中には、その形状によって全ての避難者が通れないものもあるので、例えば老人や幼児や車椅子使用者など通過できない避難者を指定するために、図14（b）に示すように、利用制限避難者クラス1411を登録する利用制限避難者クラス登録テーブル1410を併せ持っている。

【0076】図18（a）、（b）に、この経路探索メッシュテーブル1200と連動して、据え付け型経路表示機や各種検知機を管理するテーブル1800、1810を示し、図19（a）、（b）に、気象情報やビル内設備を管理するテーブル1900、1910を示す。火災発生場所やその隣接箇所を管理するのが、図20（a）、（b）に示す火災発生／隣接箇所管理テーブル2000と、火災発生／隣接箇所テーブル2010である。

【0077】図18（a）に示す据え付け型表示機情報テーブル1800には、経路探索メッシュテーブル1200のアドレス1801、通信用アドレス1803、誘導指示表示アドレス1804、誘導情報更新状況1805の各情報が格納される。誘導指示表示アドレス1804とは、誘導指示情報の表示状態を示すもので、直進、右折、左折、等の支持情報の全パターンを予めテーブルに登録しておき、どのパターンを表わしているかをそのテーブルのアドレスによって区別するものである。

【0078】図18（b）に示す検知機情報テーブル1810には、経路探索メッシュテーブル1200のアドレス1811、建屋管理テーブル1100のアドレス1812、通信用アドレス1813、同一メッシュ内検知機ポインタ1814、誘導情報更新状況1815の各情報が格納される。

【0079】図19(a)に示す外部気象管理テーブル1900には、風向1901、風速1902、経路探索メッシュテーブル建屋相対アドレス1903、建屋管理テーブルアドレス1904、天候1905の各情報が格納される。経路探索メッシュテーブル建屋相対アドレス1903とは、外部帰巣を測定した機器の設置場所を経路探索メッシュテーブル(図12)のアドレスによって示している。

【0080】図19(b)に示すビル内設備情報テーブル1910には、経路探索メッシュテーブル1200の
10 アドレス1911、建屋管理テーブル1100のアドレス1912、制御用アドレス1913、同一メッシュ内設備ポイント1914、設備種別1915、稼動状態1916、情報更新状況1917の各情報が格納される。

【0081】図20(a)に示す火災発生/隣接箇所管理テーブル2000には、火災発生箇所テーブル先頭アドレス2001、火災発生箇所テーブル最終アドレス2002、火災隣接箇所テーブル先頭アドレス2003、火災隣接箇所テーブル最終アドレス2004の各情報が
20 格納され、また、図20(b)に示す火災発生/隣接箇所テーブル2010には、経路探索メッシュテーブル1200のアドレス(建屋内相対アドレス)2011、建屋管理テーブル1100のアドレス2012、火災発生箇所/隣接箇所ポイント2013の各情報が格納される。

【0082】図4のステップ407では、図6の個人情報格納マスタテーブル610に格納した各人を、同一所在地かつ経路踏破能力係数クラスの同じ人を1つのグループにまとめて、図10に示す避難者グループテーブル1000を作成する。そして、このグループ単位に避難
30 経路を求める。さらに、これらの避難者グループの間の誘導順序について、図8の所在地テーブル800を用いて、所在地の火災到達予想時間の早いものから順番に決めて、図15の誘導順序管理テーブル1500に格納する。この場合の火災到達予想時刻は、先の図2のステップ406での火災の拡がり予測の結果より推定する。

【0083】図15の誘導順序管理テーブル1500は、誘導対象所在地テーブル先頭アドレス1501、誘導対象所在地テーブル最終アドレス1502を格納する。

【0084】図4のステップ408では、上記のテーブルを用いて、全てのグループ毎に避難または侵入経路を算出する。図16に、その避難/侵入経路探索の詳細処理フローを示す。図16において、ステップ1601と1602で、誘導順序に従い同一所在地単位に避難者グループそれぞれについて、避難対象者が消防隊員かを判定する。

【0085】避難対象者であれば、その所在地と同一建屋内の非常口全てとの間で避難経路を迷路法アルゴリズムを用いて探索する。また、消防隊員であれば、その所
50

在地と火災の火元全てとの間で侵入経路を同じ迷路法アルゴリズムを用いて探索する。

【0086】ステップ1603、1604では、避難者と救助隊員の所在地と同一建屋内の非常口全てとの間で避難経路の探索を開始する。

【0087】迷路法アルゴリズムを用いてどのようにして避難者の避難経路を求めるかを、図21を用いて以下に説明する。

【0088】図21は、あるフロアの2次元平面における経路探索を説明した図である。まず、通路の広さをもとにフロアを6×6個のメッシュ21-1に分割してあったとする。それぞれのメッシュを、X方向とY方向の左下からの並び順を用いて、メッシュ(X,Y)と呼ぶことにする。メッシュ(4,4)に当たる21-2が火災発生箇所で、メッシュ(5,2)に当たる21-4に
いる避難者を非常口21-5へ導く経路を探索する。なお、火災の拡がり予測箇所は、前述の方法により21-3で示す様に求まったとする。図21の例では説明を分かり易くするために、省略して特に明記していないが、建物の壁等の障害物や閉まっている防火シャッター等は、該当する辺に通行不可のフラグを設定してある。

【0089】まず、図16のステップ1605より、避難者の所在地21-4のメッシュ(5,2)と非常口21-5のメッシュ(5,7)の両方より、隣接するメッシュ1個1個について、順番にメッシュを探索して行く。斜めには行けないとすると、避難者の所在地のメッシュ21-4を「1」として、「2」は左右と上下の4カ所に付けられる。このときメッシュ(5,3)は、火災の拡がり予測箇所ではあるが、図16のステップ1606で、避難者の経路踏破能力と経路の状態より速度を求め、その速度より該当するメッシュの到達時刻を求め、さらに増加率より到達時刻における火災温度、ガス濃度値を求めて(ステップ1607)、避難者の経路踏破能力より通過可否を判定した結果、通行可能と判定されたので、通行可としている(ステップ1609)。そして、そのメッシュを途中経路の候補点として開始点と共に経路探索メッシュテーブル1200に登録する。ただし、そのとき、すでに同じ開始点の途中経路候補点として、そのメッシュが登録済みの時は探索を打ち切る。
40 このとき、非常口/火元同士は同じ開始点として2重記録を避ける(ステップ1610)。同様に、各々の探索順「2」のメッシュのそれぞれから、上下左右に通行可のメッシュに探索順「3」を付ける。メッシュ(4,3)やメッシュ(5,4)は、前記と同様の経路踏破能力の判定を用いて、探索順「3」では通行不可と判定されたので、番号「3」を付けることはできないとした。このように通行可能なメッシュのみに、探索順に番号を「1」、「2」、「3」、...と付けていき、非常口21-5からも同様に、「(1)」、「(2)」、「(3)」、...と付けて行くと、メッシュ(2,

5)で「7」と「(6)」が出会う(ステップ1611)。ここからそれぞれ元の場所に1個ずつ戻っていけば、経路が求まるのである(ステップ1612)。この探索アルゴリズムが、自動配線技術に使用されている

「Leeの迷路法」と呼ばれるものであり、複雑な経路でも、経路が存在する限り必ず見つかるので、非常に汎用的なプログラムが実現する。なお、「Leeの迷路法」と呼ばれる経路探索アルゴリズムについては、文献「C.Y.Lee, "An Algorithm for Path Connection and Its Application" IRE Trans. on Electronic Computers, Vol. EC-10, No. 3 (September, 1961), pp346-365」に説明されているので、ここでの説明は省略する。

【0090】ステップ1613では、このようにして求めた避難経路上のある地点に避難者が一時的に集中して通行が不可能になることを防ぐための処理で、求めた経路を経路管理テーブル1300へ格納し、経路上の全メッシュに通過人数を各々加算して、許容人数の2倍を超えるメッシュの通過を一時的に禁止するという処理を加えている。避難者グループ全ての経路を求めたら処理を終了する(ステップ1614)。

【0091】図22は、避難者の経路踏破能力が高く、図21の避難者に比べて移動速度が2倍になった場合の例である。メッシュ(4,4)に当たる21-2が火災発生箇所、メッシュ(5,2)に当たる214にいる避難者を非常口21-5へ導く経路を探索する。火災の拡がり予測が21-3に示すように求まったとすると、図21の場合と全く同様の状況である。ただし、避難者の移動速度だけが2倍になっているので、火災の拡がり予測箇所の通行条件が、2倍に緩和されている。すなわち、図21では、メッシュ(5,3)の通行条件が、探索順序が3番目より大きいときは通行不可となっているが、図21では、6番目より大きいときは通行不可となっている。このため、図21のケースでは、通行できなかったメッシュ(6,5)を通過できるため、矢印2〜7に示すより短い経路が選択される。

【0092】このように、避難者個人個人の条件で経路を探索するため、よりきめ細かい避難経路の提示が可能である。このため、時々刻々と変化する火災の状況に対応して、避難経路が探索できる。もちろん実際の避難経路探索では、同様な方法で階段の位置を考慮した3次元の探索が行われる。このとき、メッシュの各辺を通過できる人数を経路探索メッシュテーブル1200の「通行可否」のデータの一部に予め設定している(図17の補足図*5参照)ので、通過人数を考慮した経路の探索が可能である。

【0093】また、アルゴリズムが汎用的であるので、避難口や侵入口は、建物の出入り口や屋上のヘリポートや予め設定された任意の避難および侵入する場所だけでなく、消防隊の梯子車が梯子を伸ばした先等のその場で変わる場所も、その箇所を避難口として登録する

だけで対応可能である。

【0094】図23は、予め設けられた非常口23-5だけでなく、消防隊の梯子車が梯子を伸ばした先の侵入用窓23-6も、臨時の非常口に追加できるので、この場合、図20と同条件でありながら、より短い避難経路を見つけることが可能になる。

【0095】図24は、消防隊の侵入経路の探索例を示す図である。図16の詳細処理フローのステップ1604の適用により、避難経路探索と同様に侵入経路を求めることができる。

【0096】避難者と消防隊等の危険対策要員とは装備に差があるので、避難者にとっては通行不可の場所も消防隊は通過できる場合があり、避難経路と侵入経路は一般には異なったものになる可能性が高い。万一、同じになった場合は、通過可能容量を考慮して不可の場合のみ、迷路法によって見つかった第2、第3の経路に消防隊員の進路を振り分ける。

【0097】全体処理フローの図4に戻ると、ステップ408で避難/侵入経路が見つかったあとは、ステップ409で、その経路を避難者や消防隊に対して表示して通知する。

【0098】算出した避難および侵入経路を通知する方法として、図2の避難案内板(表示器)201等を用いる。各表示器の位置は、予めその識別番号とともに、防災救難コンピュータ10の外部記憶装置111に記憶されているので、避難経路に基づく表示情報は、表示装置毎にその識別情報とともに、経路表示制御部108から送信される。表示器側は、受信した表示情報のなかから、自分の識別情報に付随した表示情報だけを取り出し、それに従って表示を行う。なお、矢印等の表示情報の投影先は、通路や壁に限らず、煙が充満しているところでは、煙そのものに投影することも可能である。

【0099】この場合、同じ部屋にいた人達を混雑緩和のために2つの経路に振り分けるといったきめ細かな制御ができないことが考えられる。

【0100】そこで、各人の持つICカード307や携帯電話機等の携帯通信端末302に指示を出す方法が必要になる。その一例として、携帯電話機を使った例を図25で説明する。

【0101】携帯電話機本体25-1には、アンテナ25-2とスピーカ25-3とマイク25-4、ダイヤルボタン25-5、液晶ディスプレイ25-6が設けられている。ここで、液晶ディスプレイ25-6に経路表示を出力する場合を考えると、拡大画面25-6aに示すように、進行方向を示す矢印と進む距離とを示す方法と、拡大画面25-6bに示すように、指示を文字で表わす方法が考えられる。また、目や耳の不自由な人が使用する場合を考慮すると、これらに加え、25-6cで示すように、スピーカ25-3から音声の指示を出す方法を組み合わせるのが最適である。

【0102】一方、消防/救急隊員等が持つ携帯情報機器は、図25に示したような携帯電話機でもよいが、現場で見た火災等のより正確な状況を、防災救難コンピュータ10に入力することを考えると、キーボードやタッチパネルを持った携帯情報端末が望ましい。

【0103】図26は、その一例を示す図であり、図示する携帯情報端末26-1は、液晶ディスプレイ26-2と、キーボード26-3、ポインティングデバイスとして用いるタッチパネル26-4とを操作面に備えている。液晶ディスプレイ26-2には、火災が発生したフロアのレイアウト図が表示され、そのレイアウト上には、当該携帯情報端末を携帯している消防隊員の現在位置、火災場所、延焼予想場所とその予想時刻、侵入経路、非常口が表示され、さらに、風向/風速等の情報も表示されている。この場合でも、もちろん消防隊員自身の現在位置を常に発信している必要がある。消防隊の梯子車が梯子を延ばした先等のその場その場で変わる場所の避難口登録を行う場合、防災救難コンピュータ10の操作盤107から登録する場合と、消防/救急隊員等が携帯している携帯情報端末26-1からの登録の両方が可能である。後者の場合、登録したい場所にて、携帯情報端末において登録操作を行うだけで、位置の情報は自動的に送信される。

【0104】ところで、消防隊員は火災発生箇所を目標に侵入し、救急隊員は動けない負傷者を目標に侵入する訳であるが、前記の人員センサにより、時間が立っても動かない避難者を負傷者とみなせば、救急隊員の侵入経路も同様に求めることができる。

【0105】図4のステップ410とステップ411が、その処理に該当する。この救助経路探索処理の詳細フローを図27に示す。

【0106】まず、ステップ2711で、救急または消防隊員がいる場合のみ、本処理を実行する。ステップ2712で、救助対象者を同一所在地単位に避難者グループに追加登録し、ステップ2713で、誘導順序に従い追加した避難者グループそれぞれについてのみ、処理を繰り返す。ステップ2714で、救急隊員が避難者の所に到達する前は、救助対象者と救急隊員の所在地から迷路法アルゴリズムに従い救助経路を探索し（ステップ2715）、到達した後は、「救助対象者+救急隊員の所在地」と非常口から迷路法アルゴリズムに従い避難経路を探索する（ステップ2716）。次にステップ2717で、求めた経路を経路管理テーブル1300（図13）へ格納し、ステップ2718で、求めた経路を救急隊員の携帯情報端末26-1に送信して表示し、経路を指示する。

【0107】図28は、その表示例を示す図である。ここでは、救助のための侵入経路と救助後の避難経路に加え、現在位置と、救助対象者の所在地が携帯情報端末26-1の液晶ディスプレイ26-2に表示されている。

【0108】対象グループ全てに指示が一旦完了すると（ステップ2719）、救急隊員が救助対象者の所在地に到着したり、あるいは、避難が完了したりするごとに、状況をチェックし（ステップ2720、ステップ2721）、必要に応じて避難経路の表示を最新の状態に切り替えて、全員の避難完了を待つ（ステップ2722）。

【0109】最後に、必要に応じ、消防機材配置、交通規制、システム連動情報等を作成し、機材配置指示、連動情報等を発信する処理（図4のステップ412）の詳細について、図29の詳細処理フローを参照して説明する。

【0110】防災救難コンピュータ10と連動する同一システムがあれば（ステップ2901）、建物内部のレイアウト情報、外部との連絡部分（出入口/非常口/通路）の情報、火災の火元/規模情報、延焼予測情報、気象情報、消防隊人員/機材配置情報、避難誘導結果情報（どの通路から何人避難してくるか）等の情報を他のシステムに向けて発信する（ステップ2902）。すなわち、図1に示すシステムが隣接する建物にも設置されている場合には、避難経路算出のアルゴリズムが同じであるので、互いに情報を共有し合いながら効果的な避難が実現する。建物間の連絡通路をどちらがどのように使うかといった問題も解決できる。

【0111】図30に、その一例を示す。図30において、30-1はシステムAの管理する建物、30-2はシステムBの管理する建物、30-3は両方の建物A、Bの共用通路であるとする。いま、システムAの管理する建物30-1内で、30-8に示す位置で火災が発生し、その建物30-1の中の人たちは、その所在地によってシステムAによって振り分けられ、2つの出口30-4と30-5に別れて避難している場合を考える。システムBの管理する建物でも、建物内の人を2つの出口30-6と30-7に分けて避難させたいが、このとき、システムAから、出口30-4に向かった人数30-9と、出口30-5に向かった人数30-10の情報を、システムBに渡せば、システムBでは、共用通路30-3の通過可能人数を考慮して、出口30-6に向かわせる人数30-11と、出口30-7に向かわせる人数30-12を決めることができ、共用通路30-3が避難者で溢れるのを防ぐことができる。

【0112】次に、図29のステップ2903で、連動する消防や地方行政機関等の公共防災システムがあれば、ステップ2904で、火災の火元/規模情報、火災の建物外部への影響情報、建物周辺の気象情報、消防隊人員/梯子車/消防車/救急車等配置結果情報、避難誘導人数/救助対象者人数情報等の情報を公共防災システムに発信する。

【0113】また、消防隊の機材配置を指示する機能の実行を指令すると（ステップ2905）、ステップ2906で、火元と消防隊侵入可能口全てから迷路法アルゴ

リズムに従い、風向きも考慮して侵入経路を算出し、ステップ2907で、救助対象者の誘導先出口に最も近い救急車の配車位置を同様の手法で算出する。そして、梯子車侵入口と火元への経路、放水ポイントと消防車位置、救助対象者の誘導先出口、救急車の配車位置の情報を消防隊携帯情報機器又は直接消防隊の機材配置指示システムに発信し、表示させる(ステップ2908)。

【0114】図31に、その表示例を示す。図31では、機材配置指示システムの携帯情報端末31-1の液晶ディスプレイ31-2に梯子車、消防車、救急車といった機材配置指示が表示されている。なお、図31の31-3はキーボード、31-4はポインティングデバイスとして用いるタッチパネルである。

【0115】このように、現場での機材配置を指示することで、地域防災や救難を支援することが可能となる。例えば、外部からでは分かりにくい火災の発生箇所や避難者のいる場所の情報をもとに、消防車や梯子車の配置や消火にあたるポイントを指示できるので、効果的な消火/救出活動ができる。

【0116】火災が複数の建物や、ある地域全体に拡がるような大規模なものの場合は、限られた救援用資源を有効に使うためにも、図29のステップ2904で発信した情報が各建物から集まれば、有効な対策が講じられる。また、各種検知機からの直接情報およびそこから算出された避難経路および侵入経路の情報を、複数の同種のシステムと地域防災を担当する消防や警察や地方自治体等の公共防災システムと共有して連動し、管轄する特定地域内における災害発生時の交通規制を指示したり、また、それを考慮して消防車や救急車等の緊急車両の派遣先や到着までのルートを示したりといったことも経路探索アルゴリズムの汎用性を利用して容易に実現できる。

【0117】以上のように、本実施形態によれば、ビル等の建造物に設置された複数の各種検知機からの情報をもとに、火災、有毒ガス、酸素不足、浸水や倒壊等の危険を検知し、安全区域または出入り口への避難経路を探索し、内部に存在する人を安全に避難させることができると共に、消防隊や救助隊等の専門の危険対策要員の侵入経路を示し、災害の拡大を効果的に防止することを支援することができる。

【0118】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、防災設備機器や建造物の付帯設備の機能に合わせて各種の必要なテーブルの構成やデータ構造を適宜に変更して実施することができる。

【0119】また、消防隊員に代えて、自走式の消火ロボットに指示を送信し、救助または消火活動を行うようにすることも可能である。

【0120】また、防災対策として、火災の場合を代表して説明したが、浸水、有毒ガス、倒壊等の危険状態が発生した場合でも同様のアルゴリズムで避難経路や救助

経路を探索して指示することができる。

【0121】また、災害の拡大または縮小の状態を外部記憶装置に逐次記憶しておくことにより、発生源(火元)の特定、拡大状況等を現場検証する際に有効に役立てることができる。

【0122】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、次のような効果が得られる。

【0123】(1) 消火や救助に駆けつけた防災対策専門要員に最適な経路情報を提供し、効果的な防災活動を支援することができる。

【0124】(2) 防災対策専門要員が辿る侵入経路は、避難経路を考慮して決定されるため、避難者の進路と干渉することが少なく、避難と救助・防災活動を効果的に実現することができる。

【0125】(3) 時々刻々変わる現在の最新の災害情報をもとに、避難時の災害の拡がりを予測して避難経路を決定するため、避難の途中でその経路が危険になる可能性が低く、安全に避難させることができる。

【0126】(4) 風向きや風速や気温等の気象条件を加味して災害の拡がりを予測するため、危険な避難経路を指示する可能性が低い。

【0127】(5) 災害の拡大防止のための防火シャッターや防水扉等の作動情報を加味しているため、指示した避難経路が使えなくなる可能性が低い。

【0128】(6) 自力で動けない負傷者等を救助するために、救助隊員の侵入経路を示す事ができる。

【0129】(7) 避難経路の探索に対し、建物や通路の形状が複雑であったり、規模が大きい場合でも、全ての避難可能経路を短時間で探索できる。また、建物毎に経路探索アルゴリズムを変える必要がなく汎用的であるため、複数のシステム間で情報の共有と連動ができる。

【0130】(8) 避難先の選択において、予め設定した候補以外にも、消防隊の梯子車が梯子を延ばした先等のその場その場で変わりうる避難先に即座に避難者を誘導できる。

【0131】(9) 各人ごとに異なった避難経路を指示することができるため、通路の容量オーバを防ぐために複数の等価な避難経路に避難者を分散させて誘導したり、また、車椅子を使用している人に避難可能な経路を示す等のきめ細かな誘導ができる。

【0132】(10) 地域防災を担当する消防や警察や地方自治体等の公共防災システムと連動し、1つの建物を超える広範囲にわたる災害の場合にも、効果的な地域防災ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による総合防災救難システムの一実施の形態を示すシステム構成図である。

【図2】図1におけるセンサ群および経路報知器群、受信機群の詳細を示す図である。

【図3】本発明における災害の発生の有無、拡大／縮小状況の予測、避難経路の探索を行う場合の処理単位を示す説明図である。

【図4】図1の実施形態における全体の概略処理を示すフローチャートである。

【図5】図4における火災の拡がり予測処理の詳細を示すフローチャートである。

【図6】個人情報格納マスタテーブルの例を示す図である。

【図7】経路踏破能力係数クラステーブルの例を示す図である。

【図8】所在地テーブルの例を示す図である。

【図9】携帯端末情報テーブルの例を示す図である。

【図10】避難者グループテーブルの例を示す図である。

【図11】建屋管理テーブルの例を示す図である。

【図12】経路探索メッシュテーブルの例を示す図である。

【図13】経路管理テーブルの例を示す図である。

【図14】非常口テーブルと利用制限避難者クラス登録テーブルの例を示す図である。

【図15】誘導順序管理テーブルの例を示す図である。

【図16】避難／侵入経路探索処理の詳細を示すフローチャートである。

【図17】経路探索メッシュテーブル格納内容の補足図である。

【図18】据え付け型表示機情報テーブルと検知機情報テーブルの例を示す図である。

【図19】外部気象管理テーブルとビル内設備情報テーブルの例を示す図である。

【図20】火災発生／隣接箇所管理テーブルと火災発生／隣接箇所テーブルの例を示す図である。

【図21】Leeのアルゴリズムを用いた経路探索機能

の一例を示す説明図である。

【図22】経路探索機能において避難者の経路踏破能力を変えた例を示す説明図である。

【図23】経路探索機能において非常口の追加を行った例を示す説明図である。

【図24】経路探索機能において消防隊の侵入経路探索の例を示す説明図である。

【図25】個人用避難経路指示具として携帯電話機を用いたときの表示の一例を示す図である。

【図26】消防隊用侵入経路指示具として携帯情報機器を用いたときの表示の一例を示す図である。

【図27】救助経路探索処理の詳細を示すフローチャートである。

【図28】救助隊用救助経路指示具として携帯情報機器を用いたときの表示の一例を示す図である。

【図29】他システムとの連動処理の詳細を示すフローチャートである。

【図30】同一システムとの連動処理時の避難誘導の例を示す説明図である。

【図31】消防／救助隊機材配置指示情報を作成したときの表示の一例を示す図である。

【符号の説明】

10…防災救難コンピュータ、12…3次元ブロック、20…経路報知器群、30…送受信機群、40…バックアップシステム、50…建物内集中制御コンピュータ、60…センサ群、102…災害の拡大／縮小予測部、103…避難／侵入／救助経路探索部、108…経路表示制御部、109…送受信制御部、610…個人情報格納マスタテーブル、720…経路踏破能力クラステーブル、800…所在地テーブル、1000…避難者グループテーブル、1200…経路探索メッシュテーブル、1300…経路管理テーブル、1400…非常口テーブル。

【図11】

図11

建屋管理テーブル

No.	非常口 テーブル No.	非常口 テーブル No.	経路探索メッシュテーブルの経路点No.			管理システム 識別子
			X	Y	Z	
1	1	3	1	1	1	1
2	4	2	15	1	1	1
3	6	1	1	27	2	2
4						
5						

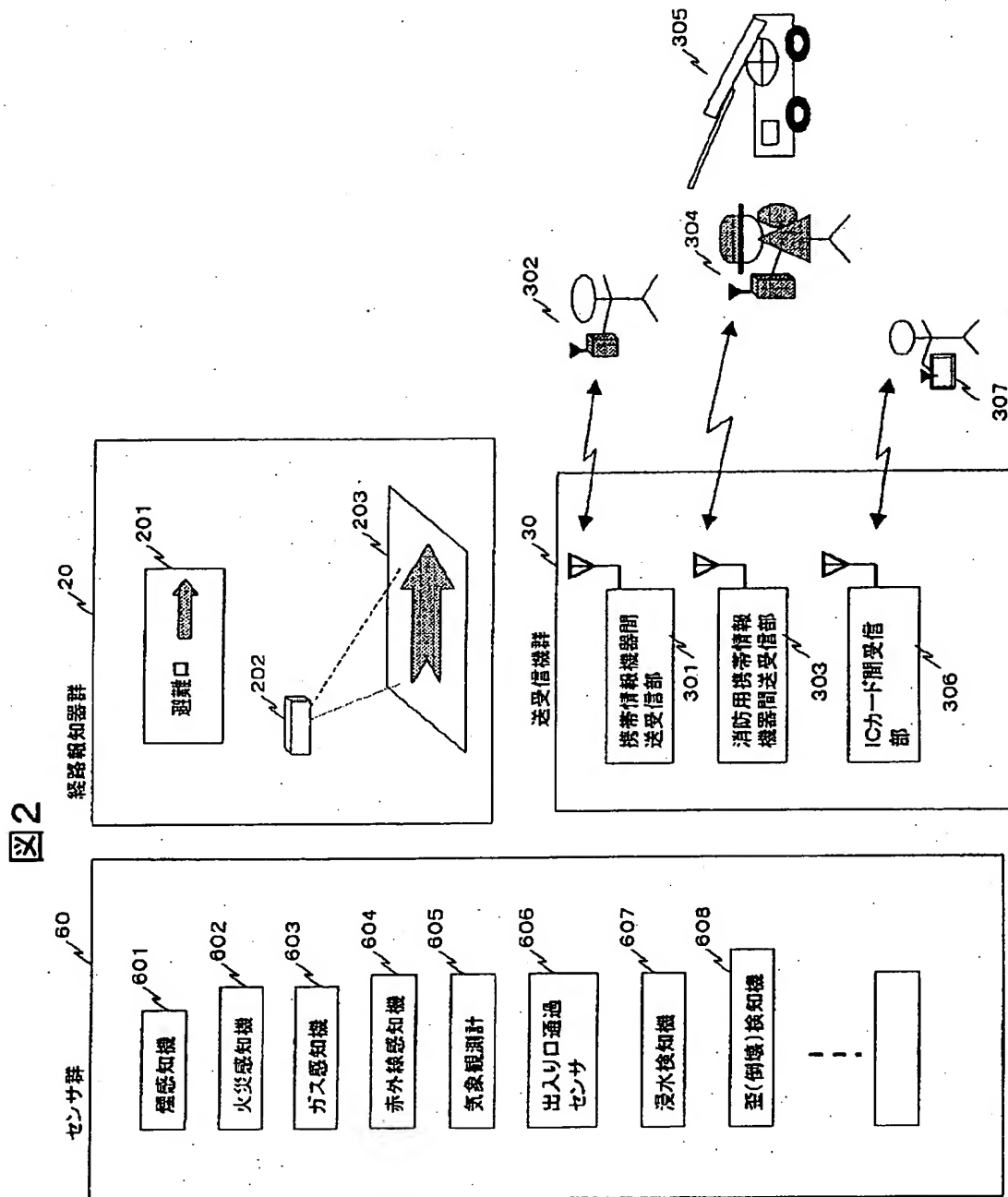
【図15】

図15

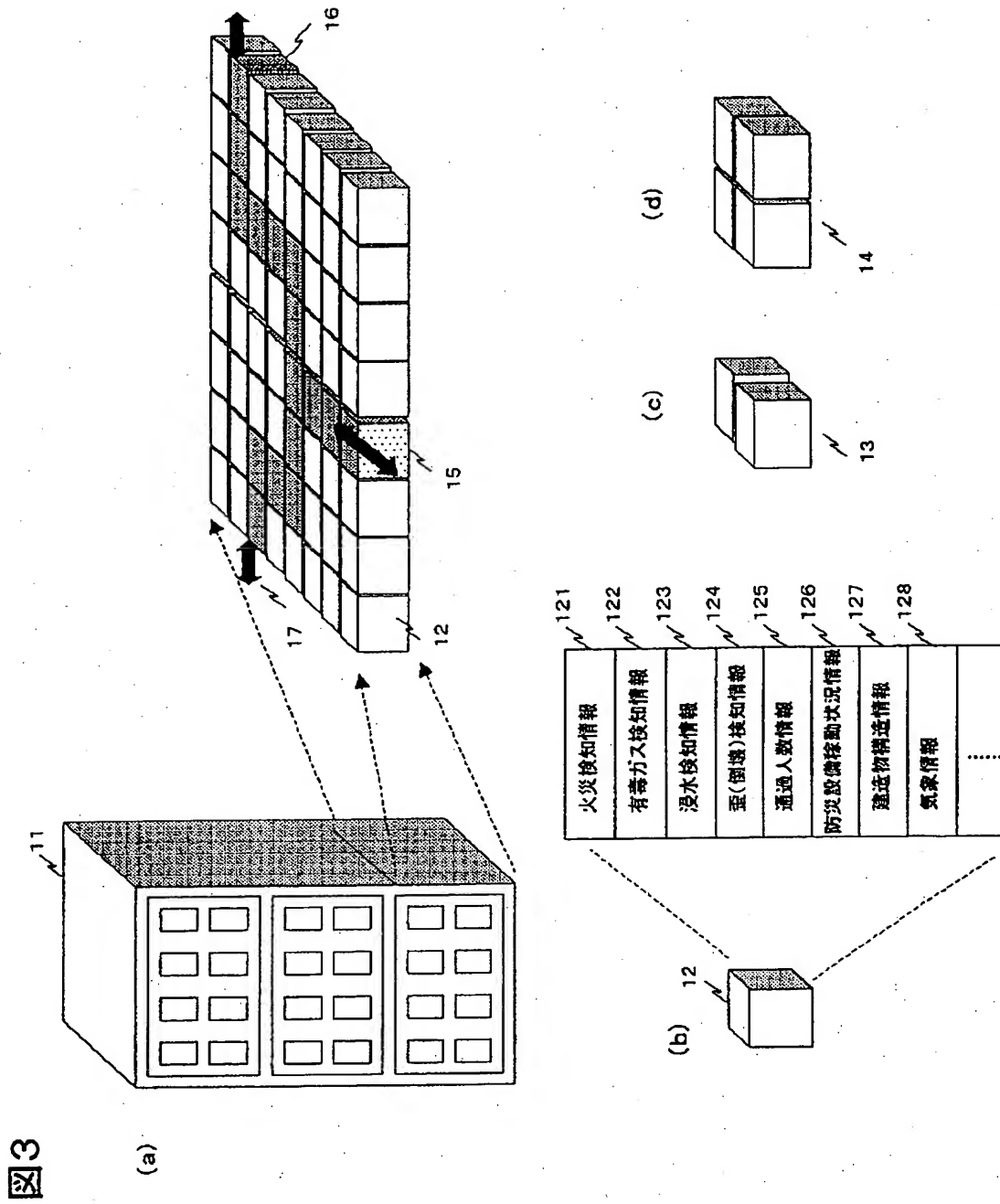
誘導順序管理テーブル

No.	誘導対象所在地	
	テーブル先頭アドレス	テーブル最終アドレス
1	1	4

【図2】

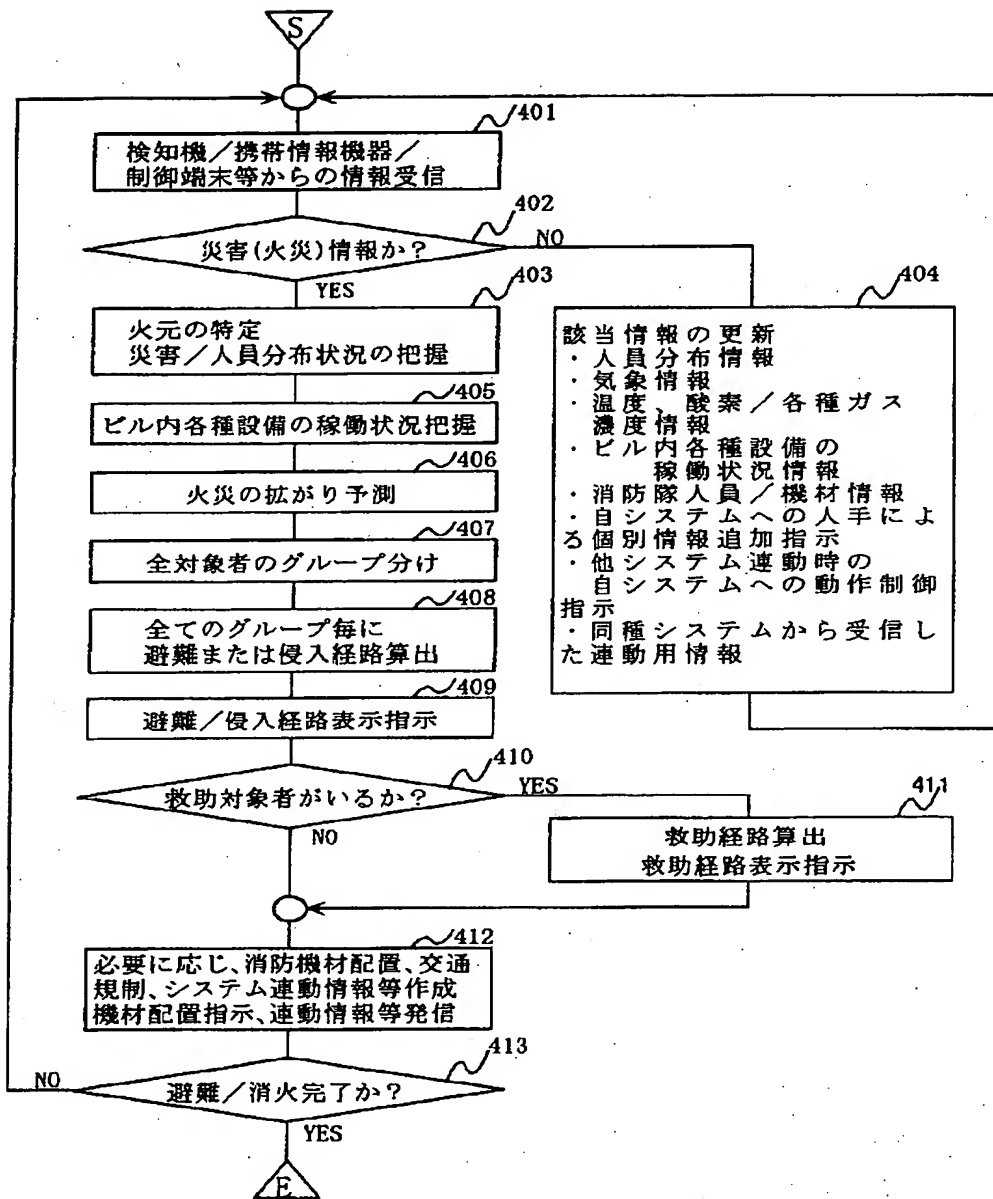


【図3】



【図4】

図4



【図9】

図9

携帯端末情報テーブル

No.	経路検索用テーブル (建屋内相対) X, Y, Z	901	902	903	904	905
1	4	5	7	1	103675543	1735 11:27:43
2	5	3	2	1	108462341	29374 11:26:59
3	2	6	3	1	110578331	472 11:28:05
4	5	2	1	1	100359167	5 11:26:32
5	7	7	3	2	104596389	736 11:27:54
6	1	8	1	1	103283682	15684 11:29:17
7						
8						

【図10】

図10

避難者グループテーブル

図10

1000

1001

1002

1003

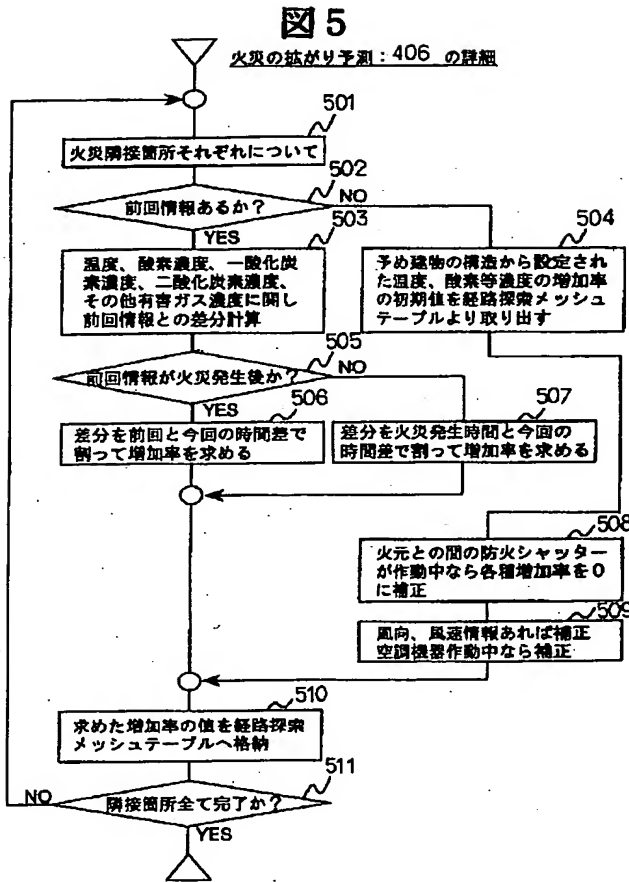
1004

1005

1006

No.	個人情報マ スグループ マシ	個人情報マ スグループ マシ	所在地 グループ マシ	同一所在地 グループ マシ	経路管理 グループ マシ	経路管理 グループ マシ	経路管理 グループ マシ
1	1	3	1	2	1	4	11:26:32
2	4	2	1	3	5	4	11:26:34
3	8	1	1	0	9	6	11:26:36
4	2	2	2	5	15	4	11:26:36
5	9	1	2	0	19	3	11:26:37
6	10	1	3	7	22	4	11:26:37
7	12	1	3	0	26	8	11:26:38
8	11	1	4	0	34	4	11:26:39
9							

【図5】



【図6】

図6

個人情報格納マスタテーブル 810

No.	名前	811 避難能力 グループ	812 所在地 グループ	813 避難者 グループ	814 同一避難者 グループ	815 避難者 グループ	816 調査結果 グループ
1	Taro Bouai	1	1	1	3	182	
2	Jiro Hiron	1	2	4	6	23	
3	Hanako Michi	1	1	1	5	68	
4	Tomo Kasai	2	1	2	7	1107	
5	unknown	1	1	1	0	4	
6	unknown	1	2	4	0	0	
7	Little Kid	2	1	2	0	421	
8	unknown	6	1	3	0	0	
9	Dan Kurasa	3	2	5	0	99	
10	Suru Shouka	8	3	6	0	2395	
11	Tasuku Iryou	10	4	8	0	119	
12	unknown	8	3	7	0	770	

【図13】

図13

経路管理テーブル

No.	811 X Y 方向	812 Y (X)	813 X 始点 (Y 終点)	814 X 終点 (Y 始点)	815 Z 方向 * 2 始点側 終点側	816 同一避難者 グループ
1	1	2	5	2	0 0	2
2	-1	2	2	6	0 0	3
3	1	6	2	5	0 0	4
4	-1	6	6	7	0 0	0
5	1	2	5	6	0 0	6
6	-1	6	2	6	0 0	7
7	1	6	6	5	0 0	8
8	-1	6	6	7	0 0	0
9						

* 1 : 1=X方向, -1=Y方向

* 2 : 0=Z方向の移動なし, 0=n階上, -n=n階下

【図7】

図7

経路経路能力係数クラステーブル

クラス別設定対象者	No.	クラス名称	平均 速度	傾斜 昇降	階段 昇降	障害 物	耐 熱	耐 寒	耐 震	耐 火	耐 煙	耐 毒	耐 爆
避難者 (一般)	1	ADULT	100	7	11	2	3	1	0	50	12	10	30
避難者 (老幼)	2	OLD/BABY	30	4	6	1	2	0	0	40	15	5	20
避難者 (車椅子)	3	WHEELCHR	50	3	12	0	0	0	0	45	12	8	26
避難者 (足が不自由)	4	BLIND	20	5	7	3	4	0	0	45	12	8	28
避難者 (その他)	5	OTHERS	70	7	11	2	3	1	0	45	13	9	29
救助対象者 (捜索人)	6	INJURED	0	0	0	0	0	0	0	35	17	4	18
救助対象者 (入院患者)	7	PATIENT	10	3	6	1	2	0	0	35	18	3	15
消防隊員 (一般装備)	8	FIREMAN1	110	7	11	3	4	1	0	70	12	30	40
消防隊員 (特別装備)	9	FIREMAN2	80	6	10	2	3	1	1	120	0	100	90
救助隊員 (一般装備)	10	RESCUE1	120	8	12	3	4	1	0	50	12	10	30
救助隊員 (特別装備)	11	RESCUE2	90	7	11	2	3	1	1	70	0	100	90
各種隊員 (その他)	12	STAFF	100	7	11	2	3	1	0	60	12	10	30
(設定個別追加欄)	13												
	14												

【図8】

図8

所在地テーブル

No.	801 避難管理 グループ	802 経路探索ノット グループ	803 避難者 グループ	804 避難者 グループ
1	1	5	2	1
2	1	1	6	3
3	1	5	7	1
4	2	4	3	5
5				
6				

No.	805 火災到達 予想時刻	806 誘導順序 ポイント (昇順)	807 誘導順序 ポイント (降順)	808 誘導対象 識別番号	809 所在情報更新 状況 (時刻)
1	11:31:30	2	0	1	11:25:16
2	11:36:15	3	1	1	11:25:18
3	11:38:40	4	2	1	11:25:19
4	11:55:25	0	3	1	11:26:20
5					
6					

【図12】

経路探索メッシュテーブル

図12

1200

X	1	2	...	x-1	x	x+1	...	X _{max} -1	X _{max}
Y	1								
2									
...									
y-1									
y									
y+1									
...									
Y _{max} -1									
Y _{max}									

No.	経路探索メッシュテーブル格納内容
1	経路探索状況 * 1
2	探索履歴 * 2
3	災害状況 * 3
4	温度 (°C)
5	温度上昇率 (°C/秒)
6	酸素濃度 (%)
7	酸素濃度減少率 (‰/秒)
8	一酸化炭素濃度 (%)
9	一酸化炭素濃度増加率 (‰/秒)
10	二酸化炭素濃度 (%)
11	二酸化炭素濃度増加率 (‰/秒)
12	その他有害ガス濃度 (%)
13	その他有害ガス濃度増加率 (‰/秒)
14	通行状態 * 4
15-20	通過可否 (x+, x-, y+, y-, z+, z-の6方向) * 5
21	見え付け型表示機設置有無 * 6
22	検知機設置有無 * 7
23	風向 (N=1から時計回りにNNE=16まで)
24	風速 (cm/秒)
25	ビル内設備設置有無 * 8
26	その場所の許容人数
27	その場所の通過人数の合計

【図17】

図17

経路探索メッシュテーブル格納内容の補足説明 (凡例)

注No.	経路探索メッシュテーブル格納内容の補足説明 (凡例)
* 1	経路探索状況: 現在探索中の避難者グループのアドレスを格納する、非常口からの逆探索は付加を付ける。
* 2	探索履歴: a=1~6どこから探索してきたか (1北、2東、3南、4西、5下、6上)
* 3	災害状況: 0=通行可能、-1=通行不可能、1=温度や各種ガス濃度により通行可能、2=温度や各種ガス濃度によっては通行可能 (火災に隣接)
* 4	通行状態: 0=平坦、0<n傾斜 (n=1~8/昇り方位1が北、時計回り) 0<n階段 (n=1~8/昇り方位1が北、n=9/上下移動型)
* 5	通過可否: n>2通過可能 (nは同時通過可能人数、全ての箇所3以上を保証)、-2=通過不可能、-1=壁 (破壊可能)、0=窓 (破壊可能)、n<-2一時的通過禁止
* 6	見え付け型表示機設置有無: 0=無、0<n有 (nは見え付け型表示機情報テーブルアドレス)
* 7	検知機設置有無: 0=無、0<n有 (nは検知機情報テーブルアドレス)
* 8	ビル内設備設置有無: 0=無、0<n有 (nはビル内設備情報テーブルアドレス)

【図14】

図14

No.	経路探索メッシュテーブルアドレス (建屋内相対)	同一建屋 サイズ	利用制限避難者クラス登録テーブル アドレス	個数
1	5	7	1	0
2	5	7	4	3
3	8	1	2	0
4	2	1	1	6
5	9	8	1	0
6	1	7	1	0
7				
8				

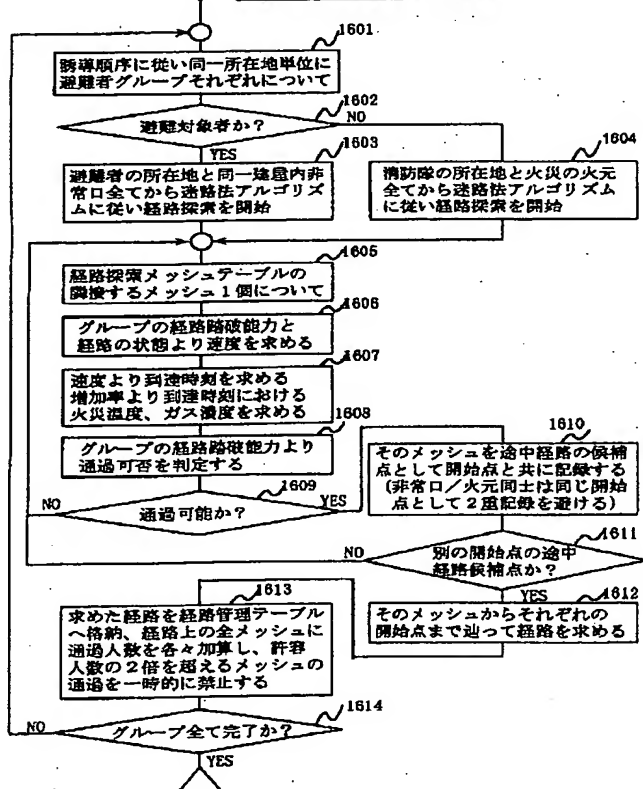
利用制限避難者クラス登録テーブル 1410

No.	利用制限避難者クラス
1	2
2	3
3	4
4	6
5	7
6	3
7	
8	

【図16】

図16

避難/侵入経路探索: 408の詳細



【图 19】

外部気象管理テーブル

図19

外部気象管理テーブル

(a)

No.	1901	1902	1903			1904	1905
	風向 1=N-18°E	風速 1=7.7	経緯探索 X	経緯探索 Y	経緯探索 Z	気象管理 1=晴、2=雪	天候 1=晴、2=雪
1	14	140	-1	1	15	1	0
2	16	225	15	18	15	1	0
3	13	670	8	-3	38	2	0
4							

ビル内設備情報テーブル

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
(b)	No.	経路探索システム (逐層相対) X, Y, Z	通信管理 システム	制御用システム (識別子)	四角形内 設備台数	* 1 設備 種別	* 2 稼働 状態 (時刻)
	1	4	1	81001414	5	-1	3 11:02:17
	2	6	1	80200056	0	2	0 11:02:33
	3	3	1	80300669	37	3	-1 11:02:21
	4	1	1	80102008	0	1	0 11:00:53
	5	4	1	80000227	0	0	0 11:01:26
	5						

* 1 : -2防火シャッター (潜り穴無) 、-1防火シャッター (潜り穴有) 、
0=スプリングラ、1=空回機器、2=エレベーター、3=エスカレーター
* 2 : -2故障 / 警報不備、-1=未稼働、0=稼働中、1=稼働完了 (スプリングラ) 、
n=1~4 警報完了 (防火シャッター、n=1北側、2東側、3南西、4西側)

【图 2 1】

图21

大災発生／隣接箇所テーブル 201

火災発生／隣接箇所テーブル 2010

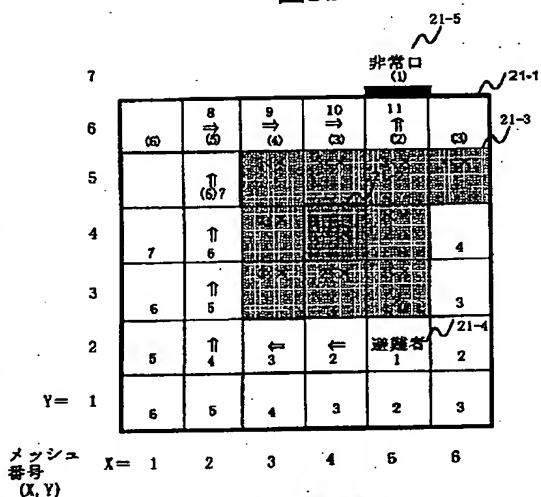
(b)

2011

2012

2013

No.	経路探索ハッシュテーブル (鶏屋内相対)			環境管理 ポイント	火災発生／隣接箇所ポイント	
	X	Y	Z		昇順	降順
1	4	4	1	1	0	0
2	3	4	1	1	3	0
3	3	5	1	1	4	2
4	4	5	1	1	5	3
5	5	5	1	1	5	4
6	5	4	1	1	7	5
7	5	3	1	1	8	6
8	4	3	1	1	9	7
9	3	3	1	1	0	8
10						



：火災発生箇所

: 火災の拡がり予測箇所

$n < \times$: 探索順序が n より大きいとき
通過不可

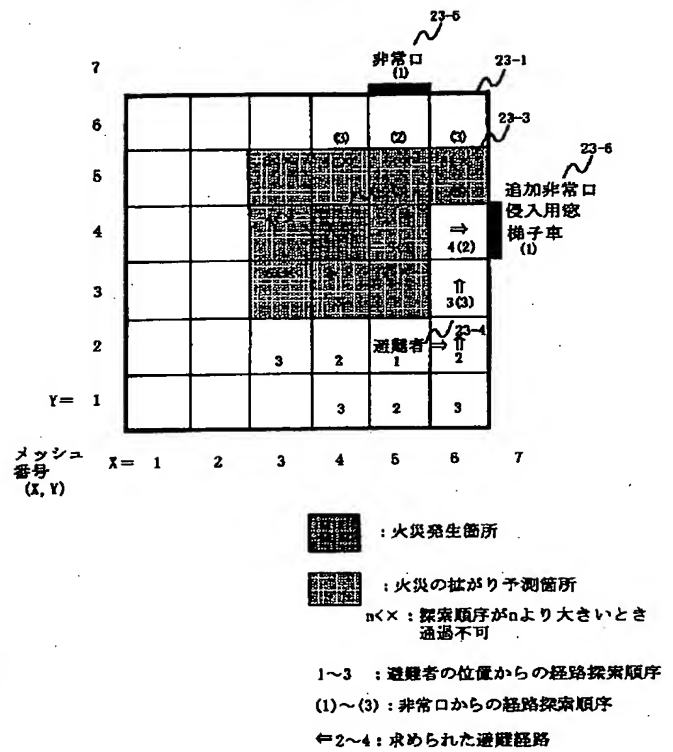
1~7 : 避難者の位置からの経路探索順序

(1)～(6)：非常口からの経路探索順序

←2~11: 求められた避難経路

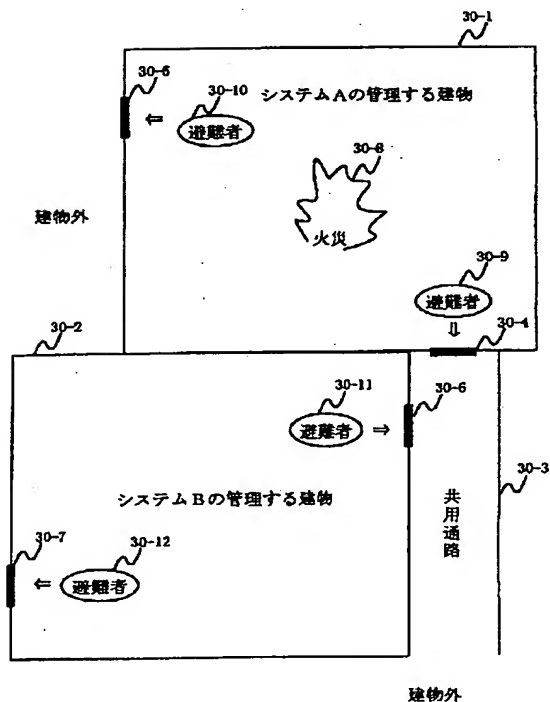
【图 23】

图23



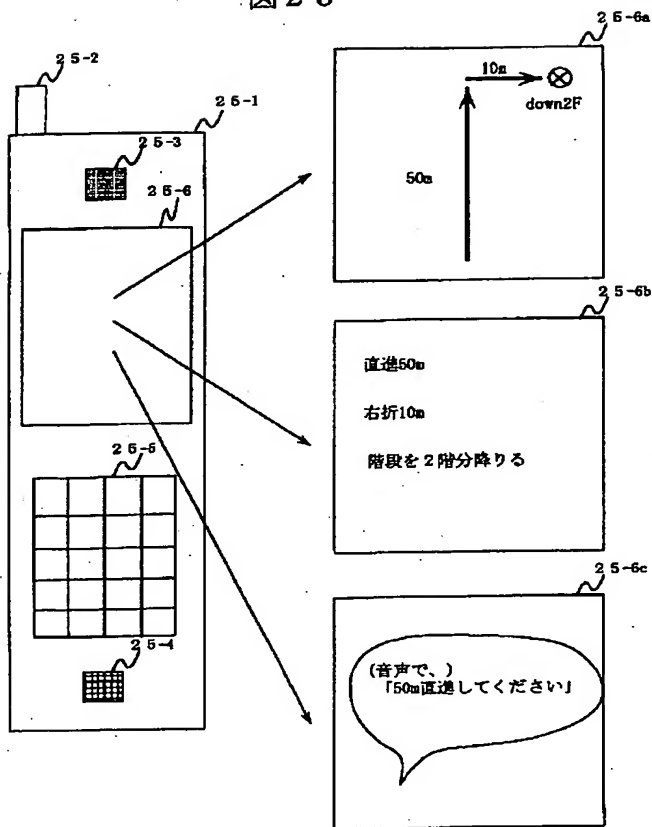
【図 30】

图30



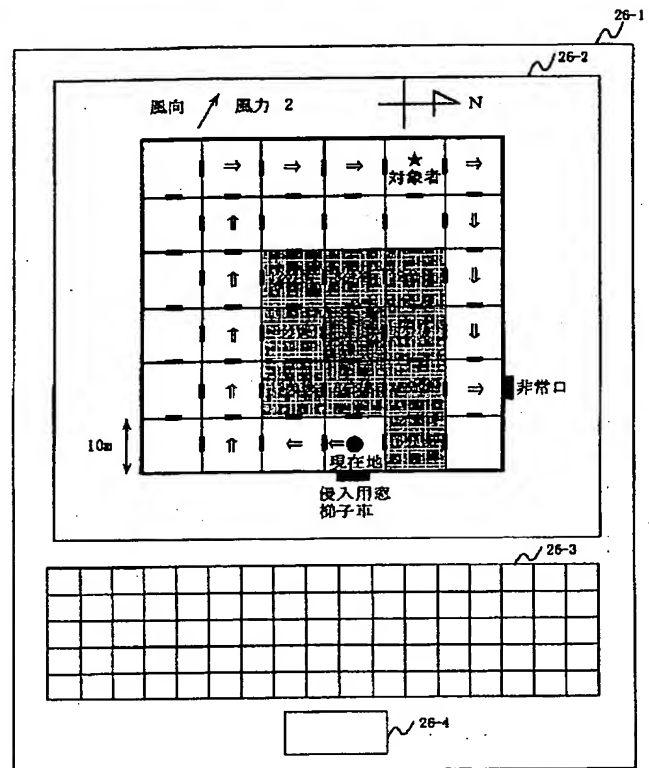
【図25】

図25



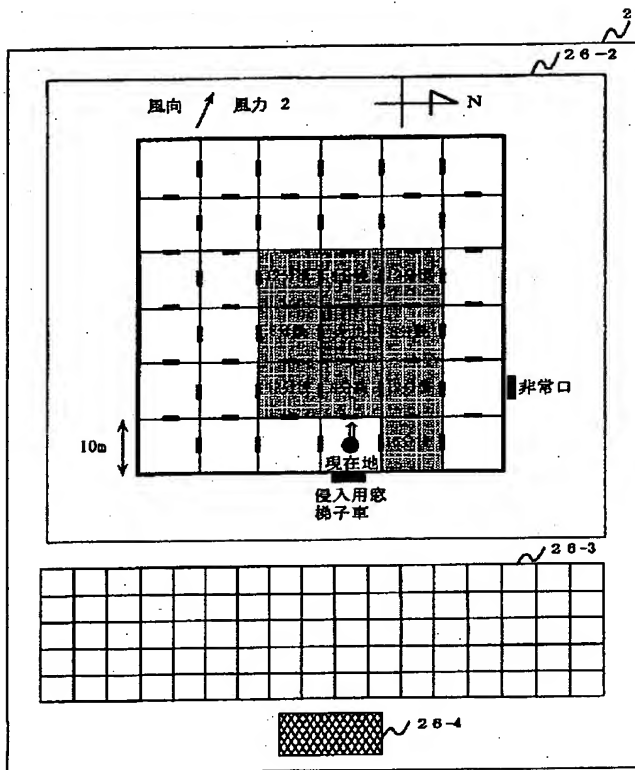
【図28】

図28



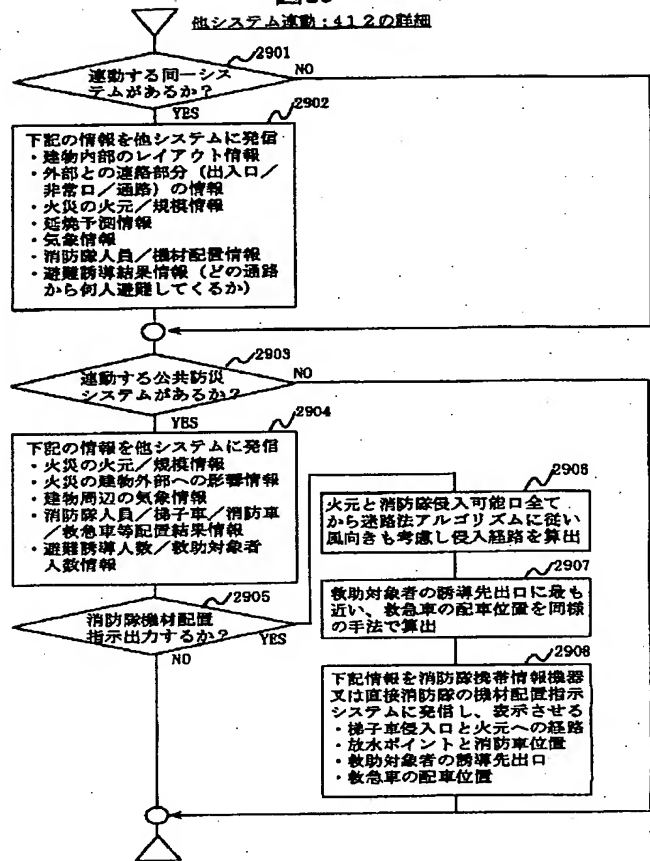
【図26】

図26



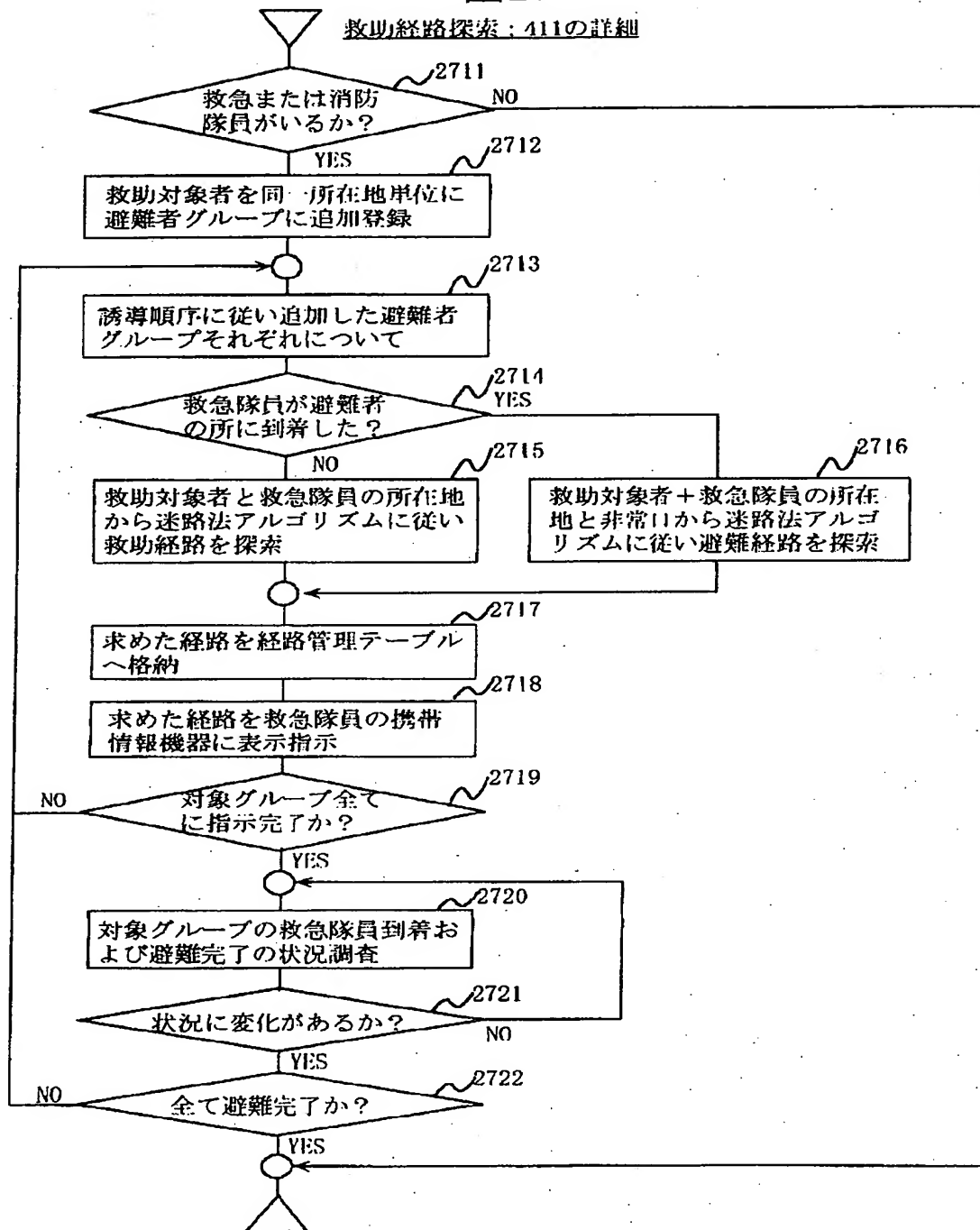
【図29】

図29



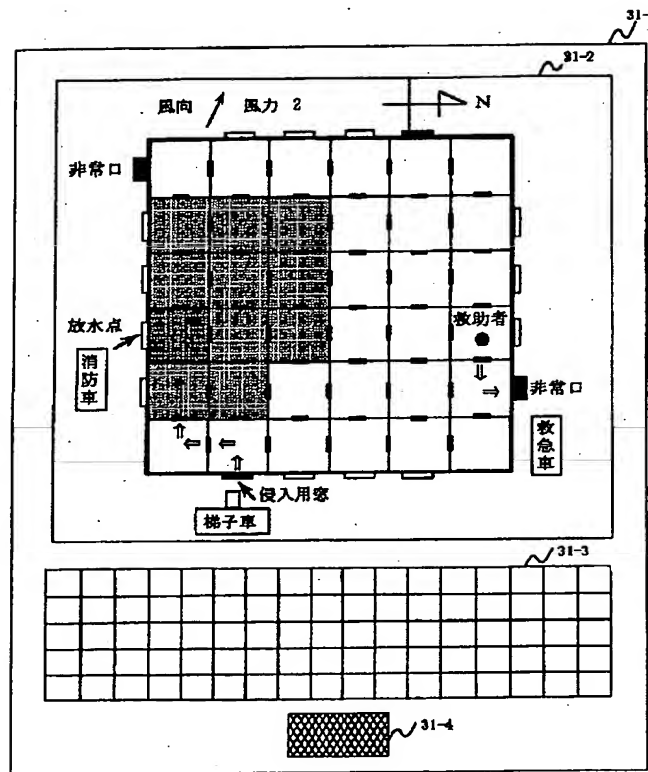
【図27】

図27



【図31】

図31



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 礼吉
神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地
日立ソフトウェアエンジニアリング株
式会社内
(72)発明者 小澤 誠志
神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地
日立ソフトウェアエンジニアリング株
式会社内

(56)参考文献 特開 昭53-20797 (J P, A)
特開 昭52-119894 (J P, A)
特開 平8-44967 (J P, A)
実開 昭55-146585 (J P, U)

(58)調査した分野(Int. Cl.⁷, DB名)
G08B 17/00
G08B 23/00 - 31/00